

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002016

International filing date: 10 February 2005 (10.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-361105
Filing date: 14 December 2004 (14.12.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 March 2005 (17.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

23.02.2005

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2004年12月14日

出願番号 Application Number: 特願2004-361105

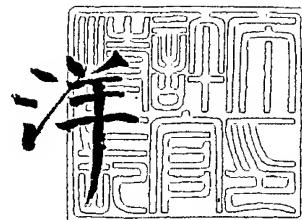
[ST. 10/C]: [JP2004-361105]

出願人 Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2005年1月5日

特許長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 7047960116
【提出日】 平成16年12月14日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04L 27/32
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 村上 豊
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 小林 聖峰
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 折橋 雅之
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 森井 利幸
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100105050
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鷲田 公一
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2004- 37088
 【出願日】 平成16年 2月13日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041243
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9700376

【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

複数のアンテナと、

前記複数のアンテナから送信される信号が時空間ブロック符号を形成するように、送信信号を時空間ブロック符号化して前記複数のアンテナに供給する時空間ブロック符号信号形成手段と

を具備し、

前記時空間ブロック符号信号形成手段は、送信データに応じて、前記時空間ブロック符号のパターンを変える

マルチアンテナ送信装置。

【請求項2】

前記時空間ブロック符号信号形成手段は、

送信データから第1の送信シンボルを形成する第1の変調手段と、

送信データから第2の送信シンボルを形成する第2の変調手段と、

前記第1及び第2の送信シンボルを入力し、第1及び第2の送信シンボルとそれらの複素共役信号の出力順序を送信データに応じて変えて、第1及び第2のアンテナに出力することにより、時空間ブロック符号信号を形成する信号選択手段と

を具備する請求項1に記載のマルチアンテナ送信装置。

【請求項3】

さらに、前記時空間ブロック符号信号形成手段によって形成された信号を、複数のサブキャリアに割り当てるマルチキャリア変調手段を具備し、

前記複数のアンテナからマルチキャリア変調された時空間ブロック符号信号を送信する請求項1に記載のマルチアンテナ送信装置。

【請求項4】

複数のアンテナから送信された、送信データに応じて時空間ブロック符号のパターンの異なる信号を受信する単数又は複数のアンテナと、

受信した時空間ブロック符号のパターンを識別することにより、前記送信データを推定する送信データ推定手段と

を具備する無線受信装置。

【請求項5】

前記送信データ推定手段は、各送受信アンテナ間でのチャネル推定行列のパターンを識別することにより、前記時空間ブロック符号のパターンを識別する

請求項4に記載の無線受信装置。

【請求項6】

さらに、前記送信データ推定手段によって識別されたパターンのチャネル推定行列を用いて、前記時空間ブロック符号を構成する各信号を分離し、復調する信号分離復調手段を具備する

請求項5に記載の無線受信装置。

【請求項7】

各アンテナに供給するシンボルブロックのパターンを、送信データに応じて選択するパターン選択ステップを含む

マルチアンテナ送信方法。

【請求項8】

前記シンボルブロックは、時空間ブロック符号である

請求項7に記載のマルチアンテナ送信方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】マルチアンテナ送信装置、無線受信装置及びマルチアンテナ送信方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば時空間ブロック符号のように、複数のアンテナを用いてブロック単位のシンボルを送信する無線通信技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、複数アンテナを用いた送信方法として、非特許文献1に開示されているように時空間ブロック符号を送信することにより、品質の良いデータ伝送を実現する技術が知られている。以下、この非特許文献1に開示された内容について図面を用いて説明する。

【0003】

図22に示すように、送信装置は複数のアンテナAN1、AN2を有し、各アンテナAN1、AN2から同時に信号を送信する。受信装置は、同時に送信された複数の信号をアンテナAN3で受信する。

【0004】

図23に、各アンテナAN1、AN2から送信される信号のフレーム構成を示す。アンテナAN1からは送信信号Aが送信され、これと同時にアンテナAN2からは送信信号Bが送信される。送信信号A及び送信信号Bは、符号化利得とダイバーシチ利得とが得られるように同じシンボルが複数回配置されたシンボルブロックからなる。

【0005】

さらに詳しく説明する。図23において、S1、S2はそれぞれ異なるシンボルを示すと共に、複素共役を“*”で示す。時空間ブロック符号化では、時点iにおいて、第1のアンテナAN1からシンボルS1を送信すると同時に第2のアンテナAN2からシンボルS2を送信し、続く時点i+1において、第1のアンテナAN1からシンボル-S2*を送信すると同時に第2のアンテナAN2からシンボルS1*を送信する。

【0006】

受信装置のアンテナAN3では、アンテナAN1とアンテナAN3間の伝送路変動h1(t)を受けた送信信号Aと、アンテナAN2とアンテナAN3間の伝送路変動h2(t)を受けた送信信号Bとが合成された信号が受信される。

【0007】

受信装置は、伝送路変動h1(t)とh2(t)を推定し、その推定値を用いることにより、合成された受信信号から元の送信信号Aと送信信号Bを分離した後に、各シンボルを復調するようになっている。

【0008】

この際、図23に示すような時空間ブロック符号化された信号を用いると、信号分離時に、伝送路変動h1(t)、h2(t)に拘わらず各シンボルS1、S2を最大比合成できるようになるので、大きな符号化利得とダイバーシチ利得とが得られるようになる。この結果、受信品質を向上させることができる。

【非特許文献1】 “Space-Time Block Codes from Orthogonal Design” IEEE Transactions on Information Theory, pp.1456-1467, vol.45, no.5, July 1999

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、時空間ブロック符号化した信号を用いると、確かに受信品質は向上するものの、伝送効率が低下する欠点がある。すなわち、時点i+1で送信されるS1*や-S2*は、受信装置においてはS1、S2として復調されるので、実質的には時点iで送信されたS1、S2と同じ情報である。このため、同じ情報を2度送信していることになり、この分データの伝送効率が低下する。

【0010】

例えば一般的なマルチアンテナ通信システムにおいては、時点 $i + 1$ においてシンボル S_1 、 S_2 とは異なるシンボル S_3 、 S_4 を送信するので、時点 i から時点 $i + 1$ の期間では 4 つのシンボル $S_1 \sim S_4$ を送信することができる。つまり、単純に考えると、時空間ブロック符号化技術を用いた場合、データ伝送効率が、一般的なマルチアンテナ通信の半分に低下してしまう。

【0011】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、時空間ブロック符号のようにシンボルブロックを用いた伝送を行う場合のデータ伝送効率を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

かかる課題を解決するため本発明のマルチアンテナ送信装置の一つの態様は、複数のアンテナと、複数のアンテナから送信される信号が時空間ブロック符号を形成するように、送信信号を時空間ブロック符号化して複数のアンテナに供給する時空間ブロック符号信号形成手段とを具備し、時空間ブロック符号信号形成手段が、送信データに応じて、時空間ブロック符号のパターンを変える構成を探る。

【0013】

この構成によれば、時空間ブロック符号によって品質の良いデータ伝送を行うことができるのに加えて、時空間ブロック符号のパターンでデータを伝送できるので、伝送データ量を増やすことができるようになる。

【0014】

本発明のマルチアンテナ送信装置の一つの態様は、時空間ブロック符号信号形成手段が、送信データから第 1 の送信シンボルを形成する第 1 の変調手段と、送信データから第 2 の送信シンボルを形成する第 2 の変調手段と、第 1 及び第 2 の送信シンボルを入力し、第 1 及び第 2 の送信シンボルとそれらの複素共役信号の出力順序を送信データに応じて変えて、第 1 及び第 2 のアンテナに出力することにより、時空間ブロック符号信号を形成する信号選択手段とを具備する構成を探る。

【0015】

この構成によれば、信号選択手段によって送信データに応じて異なるパターンの時空間ブロック符号信号が得られるので、第 1 及び第 2 の変調シンボルからなる時空間ブロック符号によって伝送されるデータに加えて、時空間ブロック符号信号のパターンによってデータを伝送できるようになる。

【0016】

本発明のマルチアンテナ送信装置の一つの態様は、さらに、時空間ブロック符号信号形成手段によって形成された信号を、複数のサブキャリアに割り当てるマルチキャリア変調手段を具備し、複数のアンテナからマルチキャリア変調された時空間ブロック符号信号を送信する構成を探る。

【0017】

この構成によれば、時空間ブロック符号を、例えば OFDM 方式により送信するにあっての伝送データ量を増やすことができるようになる。

【0018】

本発明の無線受信装置の一つの態様は、複数のアンテナから送信された、送信データに応じて時空間ブロック符号のパターンの異なる信号を受信する単数又は複数のアンテナと、受信した時空間ブロック符号のパターンを識別することにより、送信データを推定する送信データ推定手段とを具備する構成を探る。

【0019】

本発明の無線受信装置の一つの態様は、送信データ推定手段が、各送受信アンテナ間でのチャネル推定行列のパターンを識別することにより、時空間ブロック符号のパターンを識別する構成を探る。

【0020】

本発明の無線受信装置の一つの態様は、さらに、送信データ推定手段によって識別され
出証特2004-3119559

たパターンのチャネル推定行列を用いて、時空間ブロック符号を構成する各信号を分離し、復調する信号分離復調手段を具備する構成を探る。

【0021】

これらの構成によれば、時空間ブロック符号によって伝送されたデータに加えて、時空間ブロック符号のパターンによって伝送されたデータを復元できるようになる。

【発明の効果】

【0022】

このように本発明によれば、各アンテナに供給するシンボルブロックのパターンを、送信データに応じて選択するようにしたことにより、時空間ブロック符号のようにシンボルブロックを用いた伝送を行う場合のデータ伝送効率を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0024】

(実施の形態1)

図1に、本実施の形態のマルチアンテナ通信システム10の全体構成を示す。マルチアンテナ通信システム10において、送信装置100は複数のアンテナAN1、AN2を有し、各アンテナAN1、AN2から同時に信号を送信する。受信装置200は、同時に送信された複数の信号をアンテナAN3で受信する。なお、アンテナAN1から送信された信号は伝送路変動h1(t)を受けてアンテナAN3で受信され、アンテナAN2から送信された信号は伝送路変動h2(t)を受けてアンテナAN3で受信される。

【0025】

図2に、本実施の形態の送信装置100の構成を示す。送信装置100は、送信デジタル信号(以下これを単に送信データと呼ぶ)101を時空間ブロック符号信号形成部102に入力する。時空間ブロック符号信号形成部102は、フレーム構成信号生成部109によって生成されたフレーム構成信号110に従って、送信データ101を時空間ブロック符号化処理し、これにより得た時空間ブロック符号信号103、104をそれぞれ拡散部105-A、105-Bに送出する。

【0026】

各拡散部105-A、105-Bは、時空間ブロック符号信号103、104に拡散符号を乗算することにより拡散信号106-A、106-Bを得、これを無線部107-A、107-Bに送出する。各無線部107-A、107-Bは、拡散信号106-A、106-Bに対して直交変調や周波数変換等の所定の無線処理を施し、これにより得た無線送信信号108-A、108-BをアンテナAN1、AN2に供給する。

【0027】

図3に、時空間ブロック符号信号形成部102の構成を示す。時空間ブロック符号信号形成部102は、送信データ101を先ずデータ分流部120に入力する。データ分流部120は、送信データ101を送信データ101-A、101-B、101-Cに分流し、送信データ101-Aを変調部121に、送信データ101-Bを変調部122に、送信データ101-Cを信号選択部127にそれぞれ送出する。

【0028】

変調部121は、送信データ101-Aに対してQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)や16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)等のデジタル変調処理を施すことにより、送信シンボルS1を得る。例えばQPSKの場合には、2ビットの送信データ101-Aから1つの送信シンボルS1を得る。変調部121は、これにより得た送信シンボルS1を変調信号123として出力すると共にその複素共役S1*を変調信号124として出力する。

【0029】

同様に変調部122は、送信データ101-Bに対してQPSKや16QAM等のデジタル変調処理を施すことにより、送信シンボルS2を得る。変調部122は、これによ

り得た送信シンボル S 2 を変調信号 125 として出力すると共にその負の複素共役 - S 2 * を変調信号 126 として出力する。

【0030】

信号選択部 127 は、変調部 121 からの変調信号 123、124 及び変調部 122 からの変調信号 125、126 を、データ分流部 120 からの送信データ 101-C に応じた順序で、かつ送信データ 101-C に応じて出力信号 103 又は出力信号 104 に割り振って出力する。これにより、送信データ 101-C に応じてパターンの異なる時空間ブロック符号信号 103、104 が形成される。なお、信号選択部 127 は、フレーム構成信号 110 に従った位置に、パイロット信号生成部 128 によって生成されパイロット信号 129 を挿入する。

【0031】

図4、図5、図6及び図7を用いて、信号選択部 127 による具体的な処理を説明する。図4に信号 103 の様子を示し、図5に信号 104 の様子を示す。図4に示すように、信号選択部 127 は、送信データ 101-C が「0」の場合には、S 1、-S 2 * の順でシンボルを出力することで信号 103 を得る（図4（A））。これに対して、送信データ 101-C が「1」の場合には、S 2、S 1 * の順でシンボルを出力することで信号 103 を得る（図4（B））。

【0032】

また図5に示すように、信号選択部 127 は、送信データ 101-C が「0」の場合には、S 2、S 1 * の順でシンボルを出力することで信号 104 を得る（図5（A））。これに対して、送信データ 101-C が「1」の場合には、S 1、-S 2 * の順でシンボルを出力することで信号 104 を得る（図5（B））。

【0033】

図4及び図5をまとめたものを、図6に示す。すなわち、信号選択部 127 は、送信データ 101-C が「0」の場合には、図6（A）に示すようなパターンの時空間ブロック符号信号 103、104 を形成する。これに対して、信号選択部 127 は、送信データ 101-C が「1」の場合には、図6（B）に示すようなパターンの時空間ブロック符号信号 103、104 を形成する。

【0034】

実際のフレーム構成例を、図7に示す。図中の網掛け部分はパイロットシンボルを示す。時点 i-1 で各アンテナ AN 1、AN 2 からパイロットシンボルが送信される。続く時点 i 及び時点 i+1 において、データ「0」に対応するパターンの時空間ブロック符号信号 103、104 が送信される。さらに続く時点 i+2 及び時点 i+3 において、データ「1」に対応するパターンの時空間ブロック符号信号 103、104 が送信される。

【0035】

これにより、送信装置 100 においては、シンボル S 1、S 2 により伝送されるデータに加えて、時空間ブロック符号のパターンによってデータを伝送できるので、この分だけ時間当たりに送信できるデータ量を増やすことができる。

【0036】

例えば変調部 121、122 によって QPSK 変調を行う場合を考える。シンボル S 1、S 2 は、1 シンボル当たり 2 ビットのデータを伝送できるので、時点 i から時点 i+1 の期間において変調シンボル S 1、S 2 で送信できるデータは、4 ビットである。これに加えて、時点 i と時点 i+1 の期間において、時空間ブロック符号のパターンによって 1 ビット伝送できるので、合計 5 ビット伝送できるようになる。

【0037】

因みに、変調部 121、122 が QPSK 変調を行う場合には、データ分流部 120 によって、送信データ 101 の最初の 2 ビットを変調部 121 に送出し、次の 2 ビットを変調部 122 に送出し、次の 1 ビットを信号選択部 127 に送出すればよい。

【0038】

図8に、送信装置 100 から送信された時空間ブロック符号信号を受信する受信装置 2

00の構成を示す。受信装置200は、アンテナAN3で受信した信号201を無線部202に入力する。無線部202は、周波数変換や直交復調等の所定の無線受信処理を施し、これにより得た受信ベースバンド信号203を逆拡散部204に送出する。逆拡散部204は、受信ベースバンド信号203を逆拡散し、逆拡散後の受信ベースバンド信号205を、第1伝送路推定部206、第2伝送路推定部207、同期部210及び復調部212に送出する。

【0039】

第1伝送路推定部206は、アンテナAN1から送信された信号に含まれるパイロットシンボルに基づいて、アンテナAN1とアンテナAN3との間の伝送路変動 h_1 を求め、これを伝送路推定信号208として復調部212に送出する。第2伝送路推定部207は、アンテナAN2から送信された信号に含まれるパイロットシンボルに基づいて、アンテナAN2とアンテナAN3との間の伝送路変動 h_2 を求め、これを伝送路推定信号209として復調部212に送出する。

【0040】

同期部210は、各アンテナAN1、AN2から送信された信号に含まれるパイロットシンボルに基づき、各アンテナAN1、AN2から送信された信号の同期をとり、同期のためのタイミング信号211を復調部212に送出する。

【0041】

図9に、復調部212の構成を示す。復調部212は、検波部220と行列推定部221を有し、これらに伝送路推定信号208、209、受信ベースバンド信号205及びタイミング信号211を入力する。行列推定部221は、伝送路推定行列の行列パターンを推定することにより、どのパターンの時空間ブロック符号を受信したかを推定する。

【0042】

具体的に説明する。アンテナAN3では、アンテナAN1から送信された信号と、アンテナAN2から送信された信号が合成されて受信される。時点tにおける合成受信信号を $R(t)$ とする。また時点tでの伝送路推定値 h_1 、 h_2 をそれぞれ $h_1(t)$ 、 $h_2(t)$ とする。すると、図6(A)に示すようなパターンの時空間ブロック符号が送信された場合には、次式の関係式が成り立つ。

【0043】

【数1】

$$\begin{pmatrix} R(i) \\ R(i+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_1(i) & h_2(i) \\ h_2^*(i+1) & -h_1^*(i+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \end{pmatrix} \quad \dots \quad (1)$$

これに対して、図6(B)に示すようなパターンの時空間ブロック符号が送信された場合には、次式の関係式が成り立つ。

【0044】

【数2】

$$\begin{pmatrix} R(i) \\ R(i+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_2(i) & h_1(i) \\ -h_1^*(i+1) & h_2^*(i+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \end{pmatrix} \quad \dots \quad (2)$$

したがって、行列推定部221は、(1)式が成り立つか、又は(2)式が成り立つかを推定する。換言すれば、行列推定部221は、送信装置100によって、時点iから時点*i+1*で、どのパターンの時空間ブロック符号が送信されたかを推定する。例えば、(1)式及び(2)式を用いて、一旦、S1、S2を推定し、どちらの式で推定したS1、S2の方がシンボルとして確からしいかを判断する方法が考えられる。そして、行列推定部221は、(2)式よりも(1)式の方が確からしいと推定した場合には、受信データ215として「0」を出力する。これに対して、行列推定部221は、(1)式よりも(2)式の方が確からしいと推定した場合には、受信データ215として「1」を出力する。

【0045】

この受信データ215は、検波部220にも送出される。検波部220は、受信データ215として「0」が入力された場合には(1)式を用い、(1)式についての逆行列演算を行うことによりシンボルS1、S2を推定した後、各シンボルS1、S2を復調することにより、シンボルS1についての受信データ213とシンボルS2についての受信データ214を得る。これに対して、検波部220は、受信データ215として「1」が入力された場合には(2)式を用い、(2)式についての逆行列演算を行うことによりシンボルS1、S2を推定した後、各シンボルS1、S2を復調することにより、シンボルS1についての受信データ213とシンボルS2についての受信データ214を得る。

【0046】

このようにして、受信装置200は、時空間ブロック符号にて伝送されたデータと、時空間ブロック符号のパターンにて伝送されたデータとからなる送信データの全てを復元することができる。

【0047】

かくして本実施の形態によれば、複数のアンテナを用いて時空間ブロック符号信号を送信する際に、送信データに応じて時空間ブロック符号のパターンを変えるようにしたことにより、時空間ブロック符号によって得られる品質の良いデータ伝送を行うことができるといった効果に加えて、時空間ブロック符号のパターンによってデータを伝送できるので、データ伝送効率を向上させることができる送信装置100を実現できる。

【0048】

また受信した時空間ブロック符号のパターンを識別することにより時空間ブロック符号のパターンにより伝送されたデータを推定する行列推定部221と、行列推定部221によって推定されたチャネル推定行列を用いて時空間ブロック符号を構成する各変調信号を分離し復調する信号分離復調手段としての検波部220とを設けるようにしたことにより、送信データに応じてパターンの変えられた時空間ブロック符号信号から伝送データを全て復元し得る受信装置200を実現できる。

【0049】

なおこの実施の形態では、スペクトル拡散通信方式を用いた場合の構成を例にとって説明したが、スペクトル拡散通信方式を用いないときにおいても同様に実施することができる。

【0050】

(実施の形態2)

この実施の形態では、実施の形態1で説明した、送信データに応じてパターンを変えた時空間ブロック符号信号を、OFDM変調して送信することを提案する。

【0051】

図2との対応部分に同一符号を付して示す図10に、本実施の形態の送信装置の構成を示す。送信装置300は、時空間ブロック符号信号形成部301の構成が若干異なることと、OFDM変調手段としての、シリアルパラレル変換部(S/P)304-A、304-B及び逆フーリエ変換部(idft)306-A、306-Bを有することを除いて、図2の送信装置100とほぼ同様の構成である。

【0052】

送信装置300は、時空間ブロック符号信号形成部301によって形成した時空間ブロック符号信号302、303をそれぞれ、シリアルパラレル変換部304-A、304-Bに送出する。各シリアルパラレル変換部304-A、304-Bにより得られたパラレル信号305-A、305-Bはそれぞれ、逆フーリエ変換部306-A、306-Bによって逆フーリエ変換されることにより、OFDM信号307-A、307-Bとされる。OFDM信号307-A、307-Bは、無線部308-A、308-Bによって所定の無線処理が施されることにより送信OFDM信号309-A、309-Bとされた後、アンテナAN1、AN2に供給される。

【0053】

図11に、時空間ブロック符号信号形成部301の構成を示す。なお図11では、図3

との対応部分に同一符号を付し、ここではその部分の説明は省略する。信号選択部320は、送信データ101-Cに応じて時空間ブロック符号のパターンを変える。ここで信号選択部320による選択処理は、図3の信号選択部127による選択処理とほぼ同じだが、本実施の形態では時空間ブロック符号をOFDM送信するので、選択のパターンが若干異なる。

【0054】

図12、図13、図14及び図15を用いて、信号選択部320による具体的な処理を説明する。図12にOFDM信号307-Aの様子を示し、図13にOFDM信号307-Bの様子を示す。図12に示すように、信号選択部320は、送信データ101-Cが「0」の場合には、信号302としてシンボルS1とシンボル-S2*を出力する（図12（A））。そしてこれら各シンボルS1、-S2*がシリアルパラレル変換部304-A及び逆フーリエ変換部306-AによってOFDM変調されることにより、シンボルS1がキャリア1に、シンボル-S2*がキャリア2に配置され、アンテナAN1から送信される。これに対して、送信データ101-Cが「1」の場合には、信号302としてシンボルS2とシンボルS1*を出力する（図12（B））。そしてこれら各シンボルS2、S1*がシリアルパラレル変換部304-A及び逆フーリエ変換部306-AによってOFDM変調されることにより、シンボルS2がキャリア1に、シンボルS1*がキャリア2に配置され、アンテナAN1から送信される。

【0055】

また図13に示すように、信号選択部320は、送信データ101-Cが「0」の場合には、信号303としてシンボルS2とシンボルS1*を出力する（図13（A））。そしてこれら各シンボルS2、S1*がシリアルパラレル変換部304-B及び逆フーリエ変換部306-BによってOFDM変調されることにより、シンボルS2がキャリア1に、シンボルS1*がキャリア2に配置され、アンテナAN2から送信される。これに対して、送信データ101-Cが「1」の場合には、信号303としてシンボルS1とシンボル-S2*を出力する（図13（B））。そしてこれら各シンボルS1、-S2*がシリアルパラレル変換部304-B及び逆フーリエ変換部306-BによってOFDM変調されることにより、シンボルS1がキャリア1に、シンボル-S2*がキャリア2に配置され、アンテナAN2から送信される。

【0056】

図12及び図13をまとめたものを、図14に示す。すなわち、送信データ101-Cが「0」の場合には、図14（A）に示すようなシンボル配置のOFDM信号307-A、307-Bが各アンテナAN1、AN2から送信される。つまり、OFDM信号307-AがアンテナAN1から送信されると共にOFDM信号307-BがアンテナAN2から送信される。これに対して、送信データが「1」の場合には、図14（B）に示すようなシンボル配置のOFDM信号307-A、307-Bが各アンテナAN1、AN2から送信される。

【0057】

実際のフレーム構成例を、図15に示す。図中の網掛け部分はパイロットシンボルを示す。時点i-1で各アンテナAN1、AN2からパイロットシンボルが送信される。続く時点iにおいて、各アンテナAN1、AN2からOFDM変調された時空間ブロック符号が送信される。図15には、2つのアンテナAN1、AN2のキャリア1とキャリア2を使って送信データ「0」に対応するパターンの時空間ブロック符号を送信し、キャリア3とキャリア4を使って送信データ「1」に対応するパターンの時空間ブロック符号を送信する場合を示す。

【0058】

因みに、図15では、図の対応関係を分かり易くするために、キャリア3とキャリア4に割り当てられたシンボルS1とシンボルS2を、キャリア1とキャリア2に割り当てられたシンボルS1とS2と同じ符号を用いて記しているが、キャリア1とキャリア2に割り当てられるシンボルS1、S2と、キャリア3、4に割り当てられるシンボルS1、S2

2は、異なるデータから得られた異なるシンボルである。

【0059】

これにより、送信装置300においては、サブキャリア1とサブキャリア2のシンボルS1、S2によって伝送するデータに加えて、その時空間ブロック符号のパターンによってデータを伝送でき、さらにサブキャリア3とサブキャリア4のシンボルによって伝送できるデータに加えて、その時空間ブロック符号のパターンによってデータを伝送できるようになる。

【0060】

図16に、送信装置300から送信されたOFDM信号を受信する受信装置の構成を示す。受信装置400は、アンテナAN3で受信したOFDM信号401を無線部402に入力する。無線部402は、周波数変換や直交復調等の所定の無線受信処理を施し、これにより得たOFDM受信ベースバンド信号403をフーリエ変換部(dft)404に送出する。フーリエ変換部404は、OFDM受信ベースバンド信号403をフーリエ変換し、フーリエ変換後の受信ベースバンド信号405を、第1伝送路推定部406、第2伝送路推定部407、同期部410及び復調部412に送出する。

【0061】

第1伝送路推定部406は、アンテナAN1から送信されたOFDM信号の各キャリアに含まれるパイロットシンボルに基づいて、アンテナAN1とアンテナAN3との間の各キャリア毎の伝送路変動を求め、これを伝送路推定信号408として復調部412に送出する。第2伝送路推定部407は、アンテナAN2から送信されたOFDM信号の各キャリアに含まれるパイロットシンボルに基づいて、アンテナAN2とアンテナAN3との間の各キャリア毎の伝送路変動を求め、これを伝送路推定信号409として復調部412に送出する。

【0062】

同期部410は、各アンテナAN1、AN2から送信された信号に含まれるパイロットシンボルに基づき、各アンテナAN1、AN2から送信された信号の同期をとり、同期のためのタイミング信号411を復調部に送出する。

【0063】

図17に、復調部412の構成を示す。復調部412は、検波部420と行列推定部421を有し、これらに伝送路推定信号408、409、受信ベースバンド信号405及びタイミング信号411を入力する。行列推定部421は、伝送路推定行列の行列パターンを推定することにより、どのパターンの時空間ブロック符号を受信したかを推定する。

【0064】

具体的に説明する。アンテナAN3では、アンテナAN1から送信された信号と、アンテナAN2から送信された信号が合成されて受信される。時点tにおける合成受信信号をR(t)とする。また時点tでの伝送路推定値h1、h2をそれぞれh1(t)、h2(t)とする。すると、図14(A)に示すようなパターンの時空間ブロック符号が送信された場合には、次式の関係式が成り立つ。

【0065】

【数3】

$$\begin{pmatrix} R1(i) \\ R2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h1(i) & h2(i) \\ h2^*(i) & -h1^*(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2 \end{pmatrix} \quad \dots \quad (3)$$

これに対して、図14(B)に示すようなパターンの時空間ブロック符号が送信された場合には、次式の関係式が成り立つ。

【0066】

【数4】

$$\begin{pmatrix} R1(i) \\ R2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h2(i) & h1(i) \\ -h1^*(i) & h2^*(i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S1 \\ S2 \end{pmatrix} \quad \dots \quad (4)$$

行列推定部421は、例えば図15に示すようなフレーム構成の信号を受信した場合には、キャリア1とキャリア2については(3)式のパターンの時空間ブロック符号が使われたと推定して、受信データ415として「0」を出力すると共に、このことを検波部420に通知する。またキャリア3とキャリア4については(4)式のパターンの時空間ブロック符号が使われたと推定して、受信データ415として「1」を出力すると共に、このことを検波部420に通知する。

【0067】

このとき検波部420は、キャリア1とキャリア2については(3)式を用い、(3)式の逆行列演算を行うことによりシンボルS1、S2を推定した後、各シンボルS1、S2を復調することにより、シンボルS1についての受信データ413とシンボルS2についての受信データ414を得る。また検波部420は、キャリア3とキャリア4については(4)式を用い、(4)式の逆行列演算を行うことによりシンボルS1、S2(実際にこのシンボルS1、S2はキャリア1、2のシンボルとは異なる)を推定した後、各シンボルS1、S2を復調することにより、シンボルS1についての受信データ413とシンボルS2についての受信データ414を得る。

【0068】

このようにして、受信装置400は、時空間ブロック符号にて伝送されたデータと、時空間ブロック符号のパターンにて伝送されたデータとからなる送信データの全てを復元することができる。

【0069】

かくして本実施の形態によれば、OFDM信号のサブキャリアに時空間ブロック符号を割り当てて送信するにあたって、送信データに応じて時空間ブロック符号のパターンを変えるようにしたことにより、時空間ブロック符号によって得られる品質の良いデータ伝送を行うことができるといった効果に加えて、時空間ブロック符号のパターンによってデータを伝送できるので、データ伝送効率を向上させることができる。

【0070】

特に、OFDM信号の各サブキャリアに時空間ブロック符号を割り当てるに、単位時間に伝送できる時空間ブロック符号を増やすことができるので、単位時間当たりの伝送データ量を増やすことができるようになる。

【0071】

なおこの実施の形態では、複数のキャリアに時空間ブロック符号を割り当てる場合(すなわち、周波数方向に時空間ブロックを割り当てる場合)について説明したが、図18及び図19に示すように、時空間ブロック符号を单一のキャリア(図18及び図19の場合にはキャリア1)単位で割り当てる(すなわち、時間方向に時空間ブロックを割り当てる)ようにしてもよい。この場合、当然、他のキャリア2、3、4にも他の時空間ブロック符号を割り当てることができる。

【0072】

具体的に説明する。送信データが「0」の場合には、図18(A)に示すOFDM信号307-A、307-Bを各アンテナAN1、AN2から送信する。これに対して、送信データが「1」の場合には、図18(B)に示すOFDM信号307-A、307-Bを各アンテナAN1、AN2から送信する。

【0073】

実際のフレーム構成例を、図19に示す。時点*i*にてパイロットシンボルを送信した後、時点*i*、*i*+1にてデータ「0」に対応するパターンの時空間ブロック符号をキャリア1に配置して送信し、続く時点*i*+2、*i*+3にてデータ「1」に対応するパターンの時空間ブロック符号をキャリア1に配置して送信する。

【0074】

このように時空間ブロック符号の各キャリアへの配置の仕方としては、図14及び図15に示したように周波数方向に配置する方法、図18及び図19に示したように時間方向に配置する方法、又は周波数と時間の両方向に配置する方法のどの方法を採用してもよい

【0075】

なおこの実施の形態では、OFDM方式を例にとって説明したが、OFDM方式以外のマルチキャリア方式に適用した場合にも、同様の効果を得ることができる。

【0076】

(実施の形態3)

本実施の形態では、受信装置側で、受信した時空間ブロック符号のパターンを識別する具体的な方法について詳述する。

【0077】

例えば実施の形態1では、(1)式の送信信号が送信されたのか、(2)式の送信信号が送信されたのかを、受信側で識別することで1ビットのデータを得ることになるが、本実施の形態では、その識別の方法の例について詳しく説明する。

【0078】

実際に、実施の形態1の場合、時空間ブロック符号のパターンの識別を、図9の行列推定部221によって行うので、ここでは行列推定部221の動作について詳しく説明する。本実施の形態では、送信装置100の変調部121、122でQPSK変調が行われた場合を例にとって説明する。

【0079】

行列推定部221は、入力される $h_1(208), h_2(209)$ から、時間*i*における16点の候補信号点と、時間*i+1*における16点の候補信号点とを求める。その様子の一例を図20に示した。図20において、○は候補信号点を示し、×は受信点を示す。また、●は、(送信シンボルS1で送信した2ビット、送信シンボルS2で送信した2ビット) = (00, 00)に対応する候補信号点を示すものである。因みに、(送信シンボルS1で送信した2ビット、送信シンボルS2で送信した2ビット)は、(00, 00)～(11, 11)の16点の候補信号点のいずれかで表現される。

【0080】

図20(A)は、(1)式の時空間ブロック符号パターンを用いた信号が受信された場合における、時間*i*と時間*i+1*での信号点の状態を示す。図20(B)は、(2)式の時空間ブロック符号パターンを用いた信号が受信された場合における、時間*i*と時間*i+1*での信号点の状態を示す。

【0081】

行列推定部221は、受信点と各候補信号点とのユークリッド距離に基づいて、図20(A)のパターンの信号が送信されたのか、図20(B)のパターンの信号が送信されたのかを識別する。

【0082】

具体的に説明する。行列推定部221は、先ず、図20(A)に示すような、(1)式で送信されたと仮定した場合の信号点の状態に関し、候補信号点と受信信号点のユークリッド距離の2乗を求める。例えば、(00, 00)についての時間*i*の候補信号点と受信信号点とのユークリッド距離の2乗を $D_x 0 0 0 0 (i)$ とし、(00, 00)についての時間*i+1*の候補信号点と受信信号点とのユークリッド距離の2乗を $D_x 0 0 0 0 (i+1)$ として、(00, 00)に対する受信信号点のユークリッド距離の2乗 $D_x 0 0 0 0 = D_x 0 0 0 0 (i) + D_x 0 0 0 0 (i+1)$ を求める。同様に $D_x 0 0 0 1$ から $D_x 1 1 1 1$ についても求める。

【0083】

同様に、図20(B)に示すような、(2)式で送信されたと仮定した場合の信号点の状態に関し、候補信号点と受信信号点のユークリッド距離の2乗を求める。このとき、受信信号点については、(1)式のときと同様の位置に存在するが、候補信号点については異なる位置に存在することになる。例えば、(00, 00)についての時間*i*の候補信号点と受信信号点とのユークリッド距離の2乗を $D_y 0 0 0 0 (i)$ とし、(00, 00)についての時間*i+1*の候補信号点と受信信号点とのユークリッド距離の2乗を $D_y 0 0$

$00(i+1)$ として、 $(00, 00)$ に対する受信信号点のユークリッド距離の2乗 $D_{y0000} = D_{y0000}(i) + D_{y0000}(i+1)$ を求める。同様に D_{y0001} から D_{y1111} についても求める。

【0084】

そして、行列推定部221は、 D_{x0000} から D_{x1111} の中の最小値 D_x, \min を探索すると共に、 D_{y0000} から D_{y1111} の中の最小値 D_y, \min を探索する。次に、行列推定部221は、 D_x, \min と D_y, \min を比較し、小さい値の方が確からしいと判断して、時空間ブロック符号パターンを識別する。

【0085】

つまり、行列推定部221は、 $D_x, \min > D_y, \min$ のときには、(2)式の時空間ブロック符号パターンで信号が送信されたと判断し、受信データ215として「1」のデータを得る。これに対して、 $D_y, \min > D_x, \min$ のときには、(1)式の時空間ブロック符号パターンで信号が送信されたと判断し、受信データ215として「0」のデータを得る。

【0086】

このようにして、行列推定部221は、受信データ215を得ることができる。

【0087】

なお、本実施の形態では、最小値のみに基づき、(1)式の時空間ブロック符号パターンで送信されたか、(2)式の時空間ブロック符号パターンで送信されたかを判断したが、これに限ったものではなく、例えば D_x の複数の値と D_y の複数の値を用いて判断してもよい。

【0088】

また本実施の形態では、実施の形態1の送信装置によって送信された信号の時空間ブロック符号パターンを識別する方法を例にとって説明したが、これに限ったものではなく、要は、受信点と候補信号点とのユークリッド距離に基づいて、時空間ブロック符号パターンの確からしさを比較するようすればよい。このようにすれば、種々の時空間ブロック符号パターンが用いられても、どの時空間ブロック符号パターンが用いられたかを識別することができる。

【0089】

(他の実施の形態)

なお上述した実施の形態1、2では、送信アンテナ数が2で受信アンテナ数が1の場合について説明したが、本発明はこれに限らず、送信アンテナが2本よりも多い場合、例えば文献“Space-time block codes from orthogonal design” IEEE Transactions on Information Theory, pp.1456-1467, vol.45, no.5, July 1999や文献“A quasi-orthogonal space-time block code” IEEE Transactions on Communications, pp.1-4, vol.49, no.1, January 2001で示されているような時空間ブロック符号を用いたときも同様に実施することができる。

【0090】

また上述した実施の形態1では、(1)式及び(2)式からも分かるように、送信データに応じてシンボルを供給するアンテナを切り替えることで、行列の列要素を入れ替えるような時空間ブロック符号のパターンを形成した場合について述べたが、図21に示すように、送信データに応じてシンボルを出力する順序を変えることで、行列の行要素を入れ替えるような時空間ブロック符号のパターンを用いるようにしてもよい。さらに、実施の形態1のようなパターンの作り方と、図21のようなパターンの作り方を複合的に用いれば、4つのパターンを作ることができるので、時空間ブロック符号を構成するシンボルの情報に加えて、2ビットのデータを伝送できるようになる。

【0091】

また、特に、送信アンテナ数が4以上の場合には、上記文献を例とするように、ダイバーシティゲインが得られる時空間ブロック符号化方式が複数提案されている。本発明においては、送信データに応じて、これらのいずれかの時空間ブロック符号化方式を選択して送

信することで、データを伝送するようにしてもよい。受信側では、どの符号化方式が使われたかを行列のパターンで認識することで、データを得るようすればよい。つまり、時空間ブロック符号のパターンとして用いることができるのは、実施の形態1や実施の形態2で説明したものに限らず、受信側でダイバーシチゲインの得られる種々のものを適用することができる。

【0092】

さらには、実施の形態1で説明したようなパターンの作り方や図21に示したようなパターンの作り方、異なる符号化方式を用いたパターンの作り方を複合的に用いてパターンを作るようにもよい。このようにすれば、多数の時空間ブロック符号のパターンを作ることができるようになるので、時空間ブロック符号のパターンによって伝送できるデータ量をさらに増やすことができる。

【0093】

また本発明は、換言すると、送信データによってチャネル推定行列を変調していると言うことができる。このようにすることにより、チャネル推定行列に情報をのせることができるようになるので、伝送データ量を増やすことができる。つまり、本発明は、各アンテナに供給するシンボルブロックのパターンを、送信データに応じて選択する場合に広く適用できる。上述した実施の形態1、2は、シンボルブロックとして、時空間ブロック符号を用いたものである。

【0094】

また本発明を用いれば、さらなる応用として、シンボルS1、S2の信号点を固定とし、送信データにより変調されたチャネル推定行列のみでデータを伝送することも考えられる。

【産業上の利用可能性】

【0095】

本発明は、例えば無線LAN (Local Area Network) の基地局やその端末、移動通信システムの基地局やその端末に適用し得る。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1】実施の形態のマルチアンテナ通信システムの構成を示すブロック図

【図2】実施の形態1の送信装置の構成を示すブロック図

【図3】時空間ブロック符号信号形成部の構成を示すブロック図

【図4】アンテナAN1に供給される信号の様子を示す図

【図5】アンテナAN2に供給される信号の様子を示す図

【図6】送信データが「0」の場合および送信データが「1」の場合の時空間ブロック符号のパターンを示す図

【図7】実際のフレーム構成例を示す図

【図8】実施の形態1の受信装置の構成を示すブロック図

【図9】復調部の構成を示すブロック図

【図10】実施の形態2の送信装置の構成を示すブロック図

【図11】時空間ブロック符号信号形成部の構成を示すブロック図

【図12】アンテナAN1に供給される信号の様子を示す図

【図13】アンテナAN2に供給される信号の様子を示す図

【図14】送信データが「0」の場合および送信データが「1」の場合の時空間ブロック符号のパターンを示す図

【図15】実際のフレーム構成例を示す図

【図16】実施の形態2の受信装置の構成を示すブロック図

【図17】復調部の構成を示すブロック図

【図18】時空間ブロック符号を時間方向に配置した場合における、送信データが「0」の場合および送信データが「1」の場合の時空間ブロック符号のパターンを示す図

【図19】時空間ブロック符号を時間方向に配置した場合における、実際のフレーム構成を示す図

【図20】実施の形態3における時空間ブロック符号パターンの識別方法の説明に供する図

【図21】他の時空間ブロック符号のパターンを示す図

【図22】従来のマルチアンテナ通信システムの構成を示すブロック図

【図23】時空間ブロック符号の説明に供する図

【符号の説明】

【0097】

10 マルチアンテナ通信システム

100、300 送信装置

101、101-A、101-B、101-C 送信データ

102、301 時空間ブロック符号信号形成部

103、104、302、303 時空間ブロック符号信号

120 データ分流部

121、122 变调部

123～126 变调信号

127、320 信号選択部

200、400 受信装置

206、207、406、407 伝送路推定部

208、209、408、409 伝送路推定信号

212、412 復調部

213～214、413～415 受信データ

220、420 検波部

221、421 行列推定部

304-A、304-B シリアルパラレル変換部 (S/P)

306-A、306-B 逆フーリエ変換部 (i d f t)

307-A、307-B OFDM信号

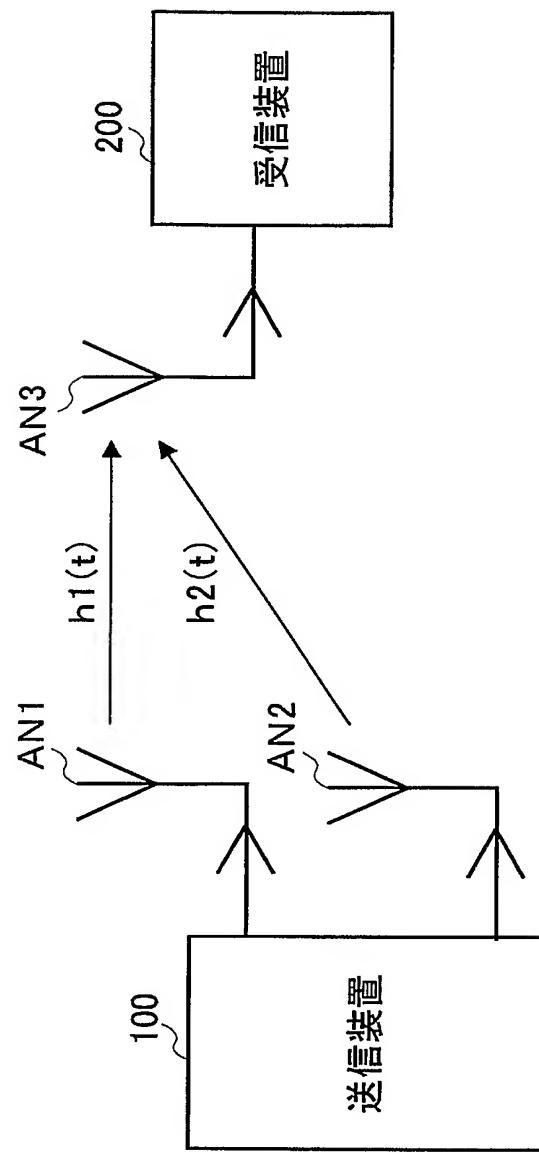
AN1、AN2、AN3 アンテナ

h1、h2 伝送路変動

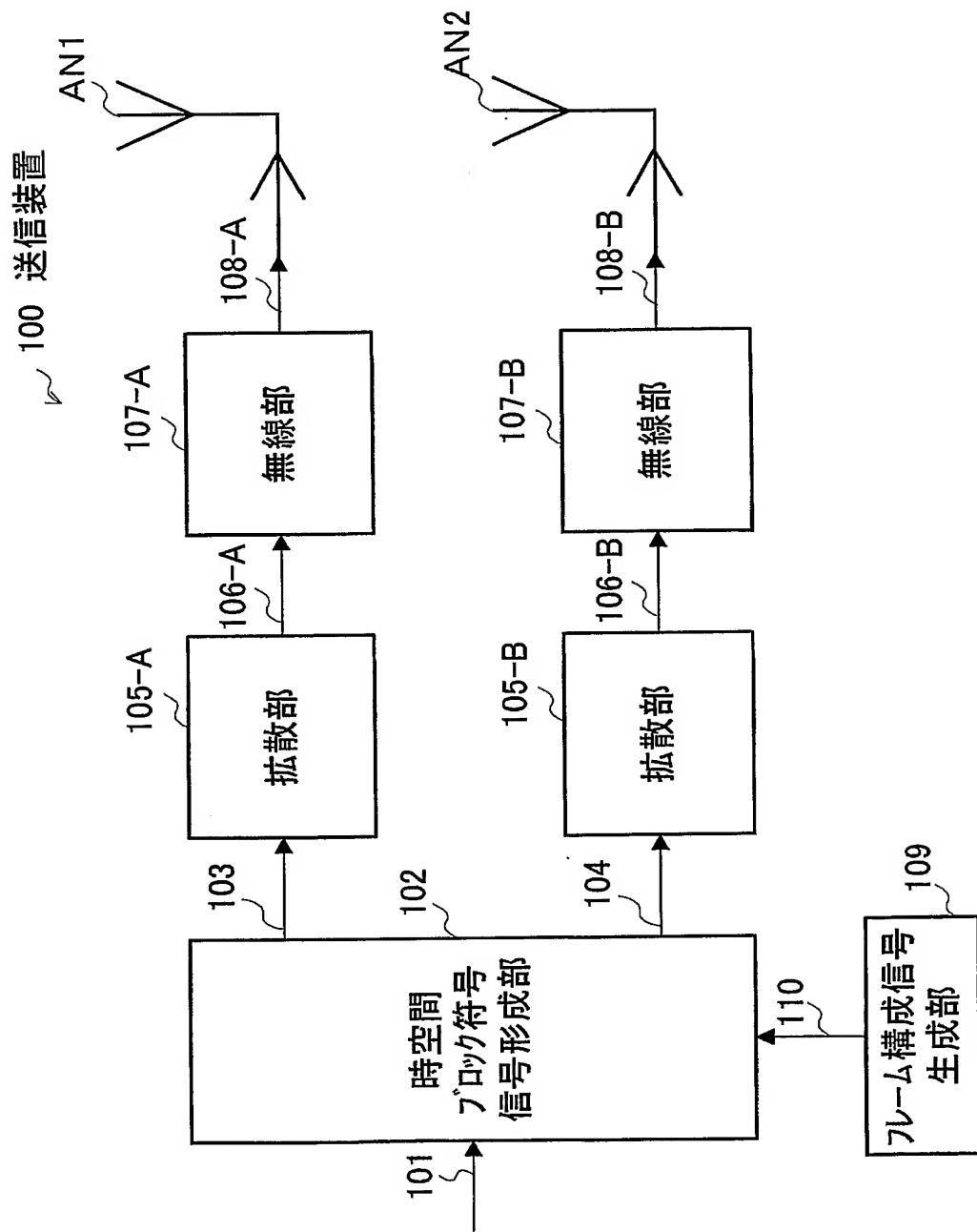
S1、S2 变调シンボル

【書類名】図面
【図1】

10 マルチアンテナ通信システム

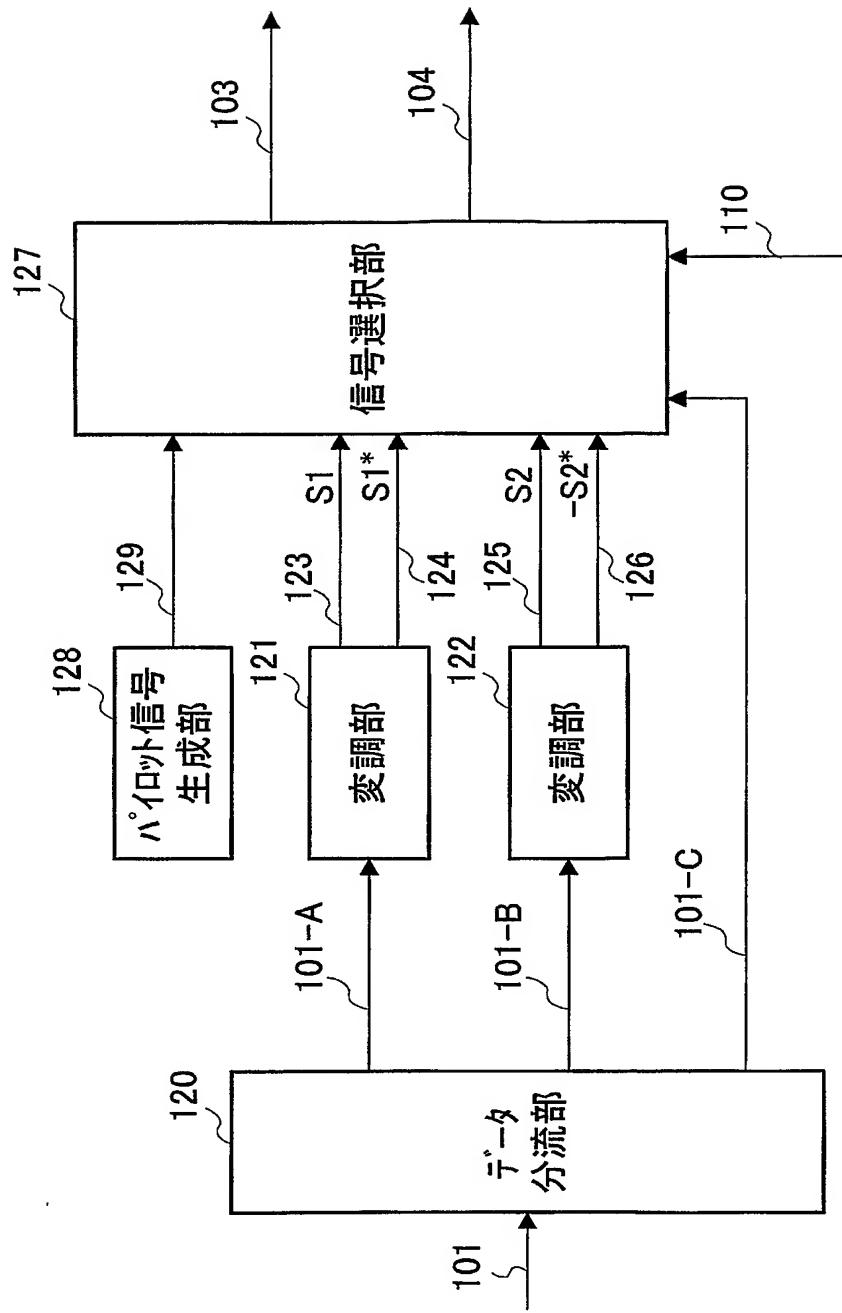


【図2】

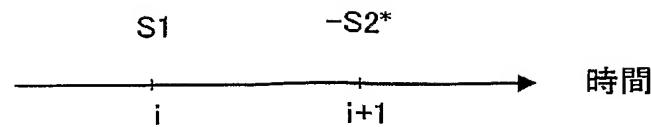
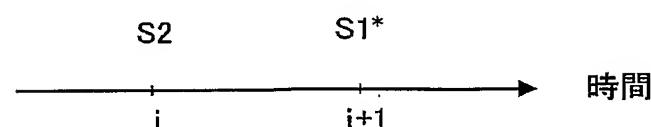


【図3】

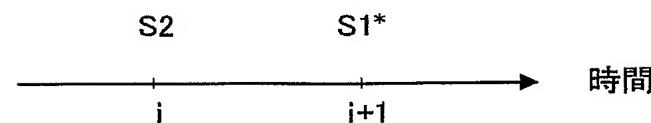
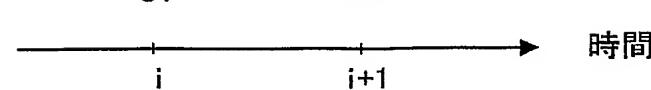
102 時空間フレック符号信号形成部



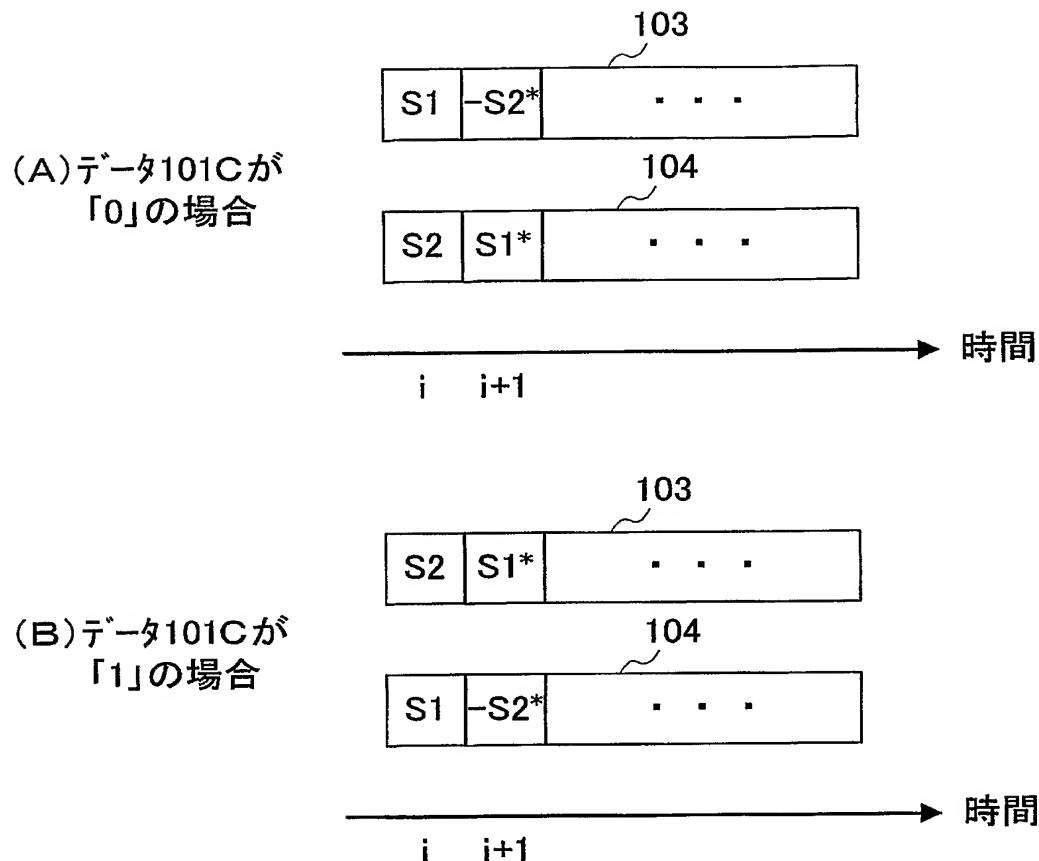
【図 4】

(A) データ101Cが
「0」の場合(B) データ101Cが
「1」の場合

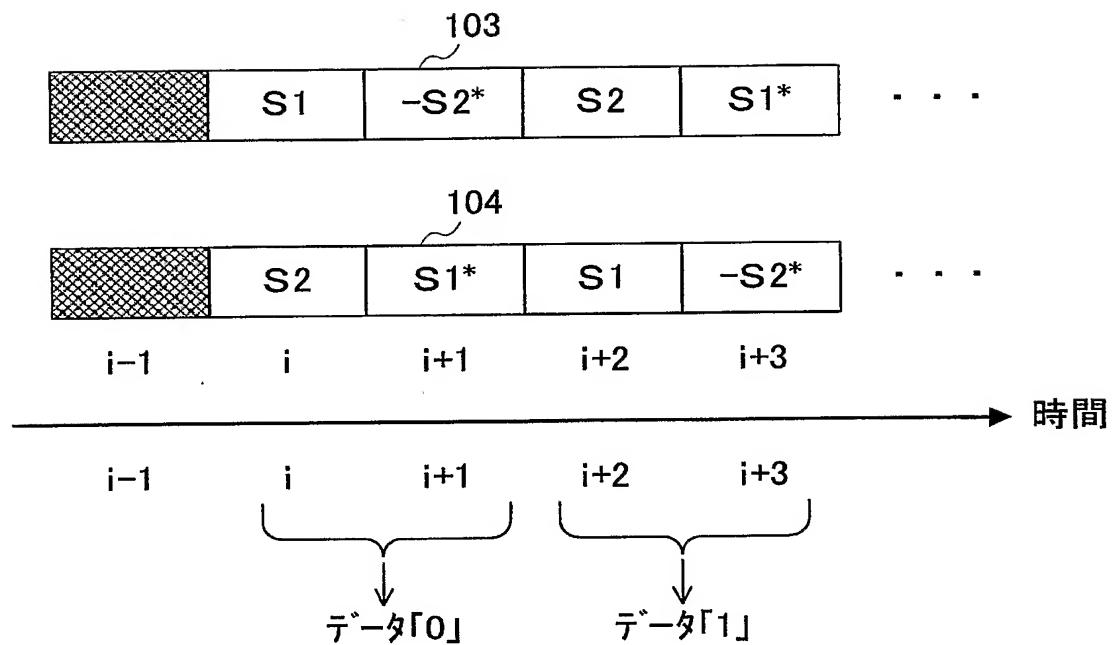
【図 5】

(A) データ101Cが
「0」の場合(B) データ101Cが
「1」の場合

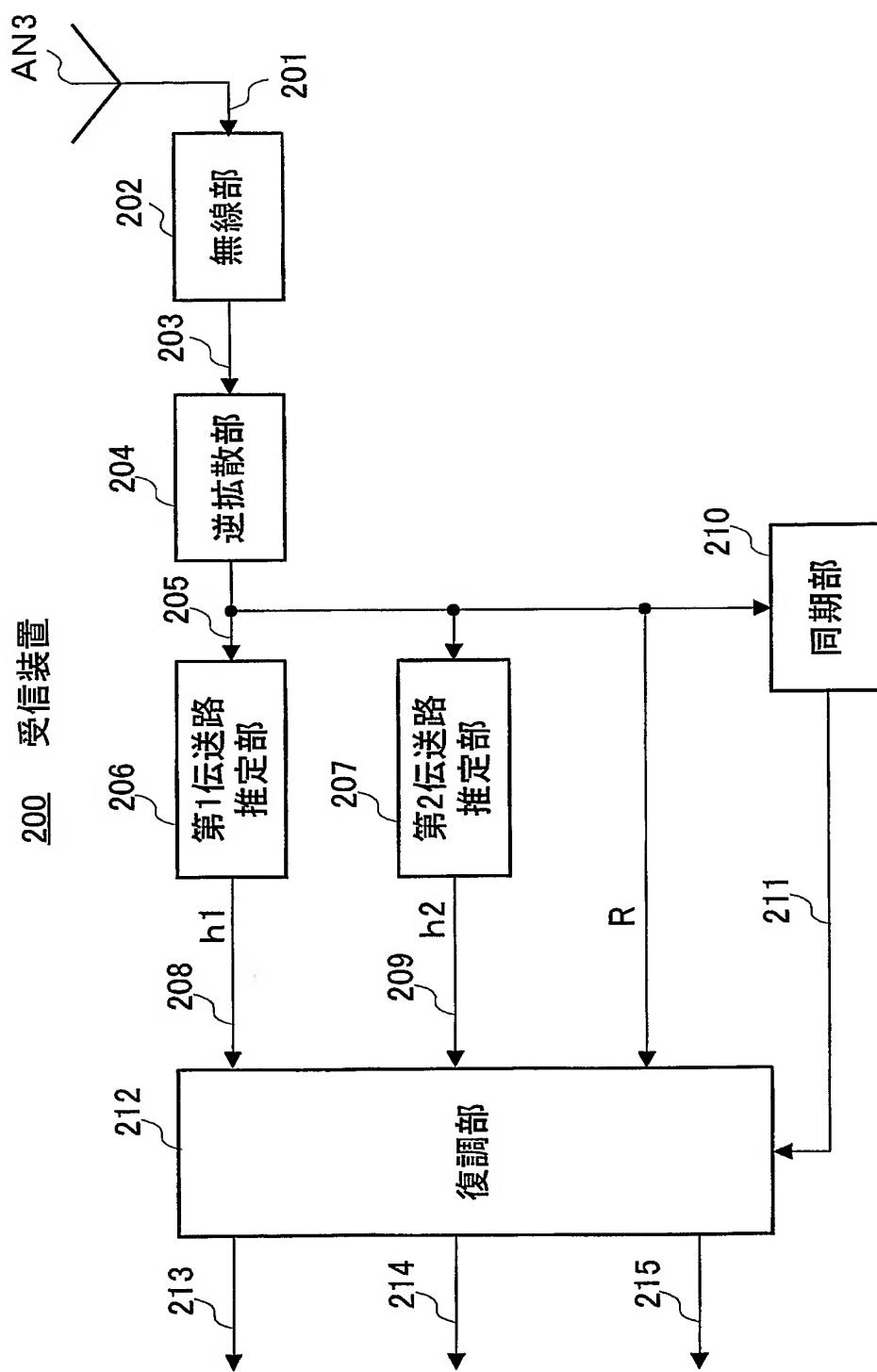
【図 6】



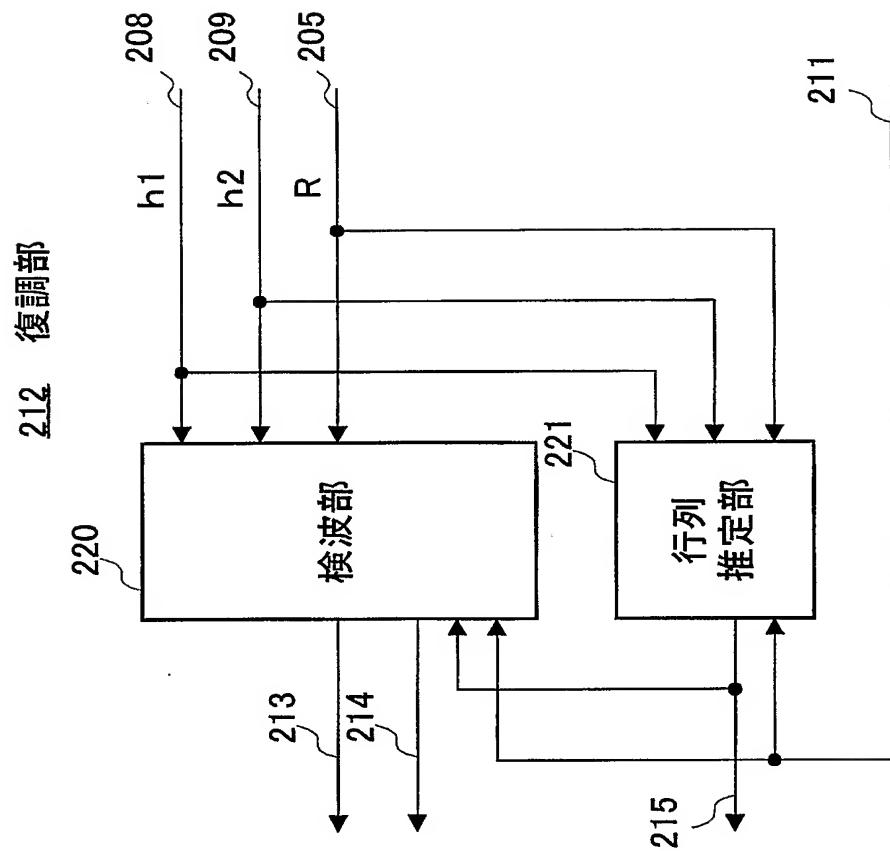
【図 7】



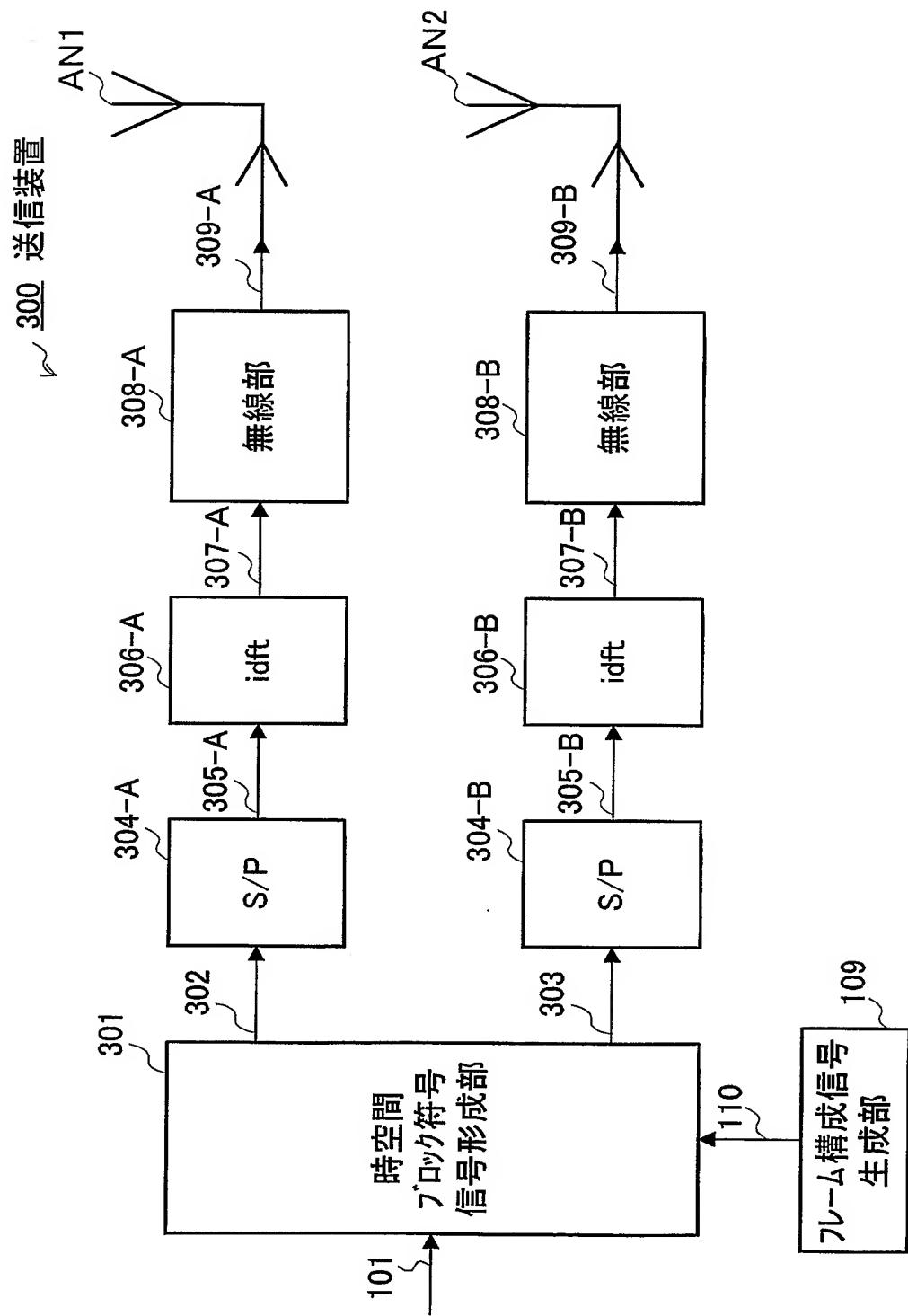
【図8】



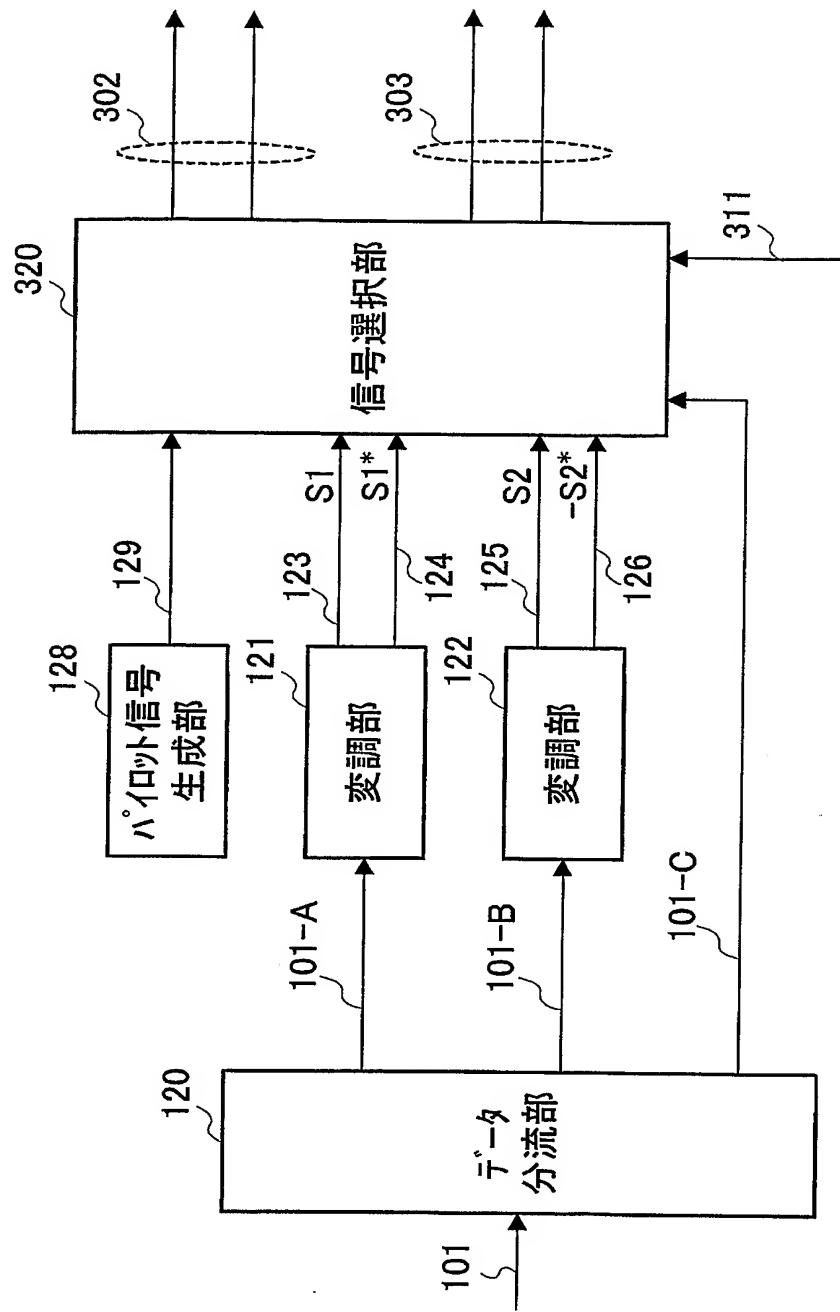
【図9】



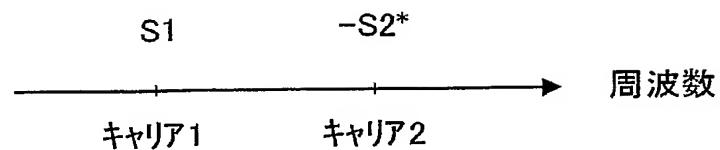
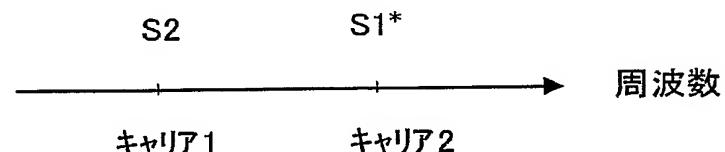
【図10】



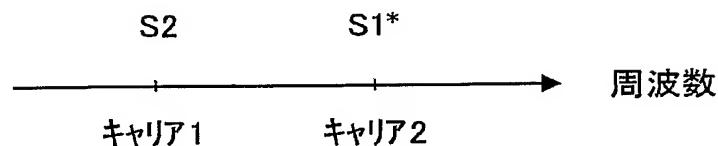
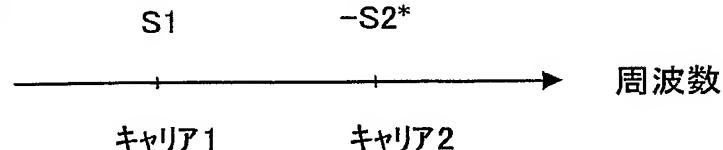
【図11】

301 時空間ブロック符号信号形成部

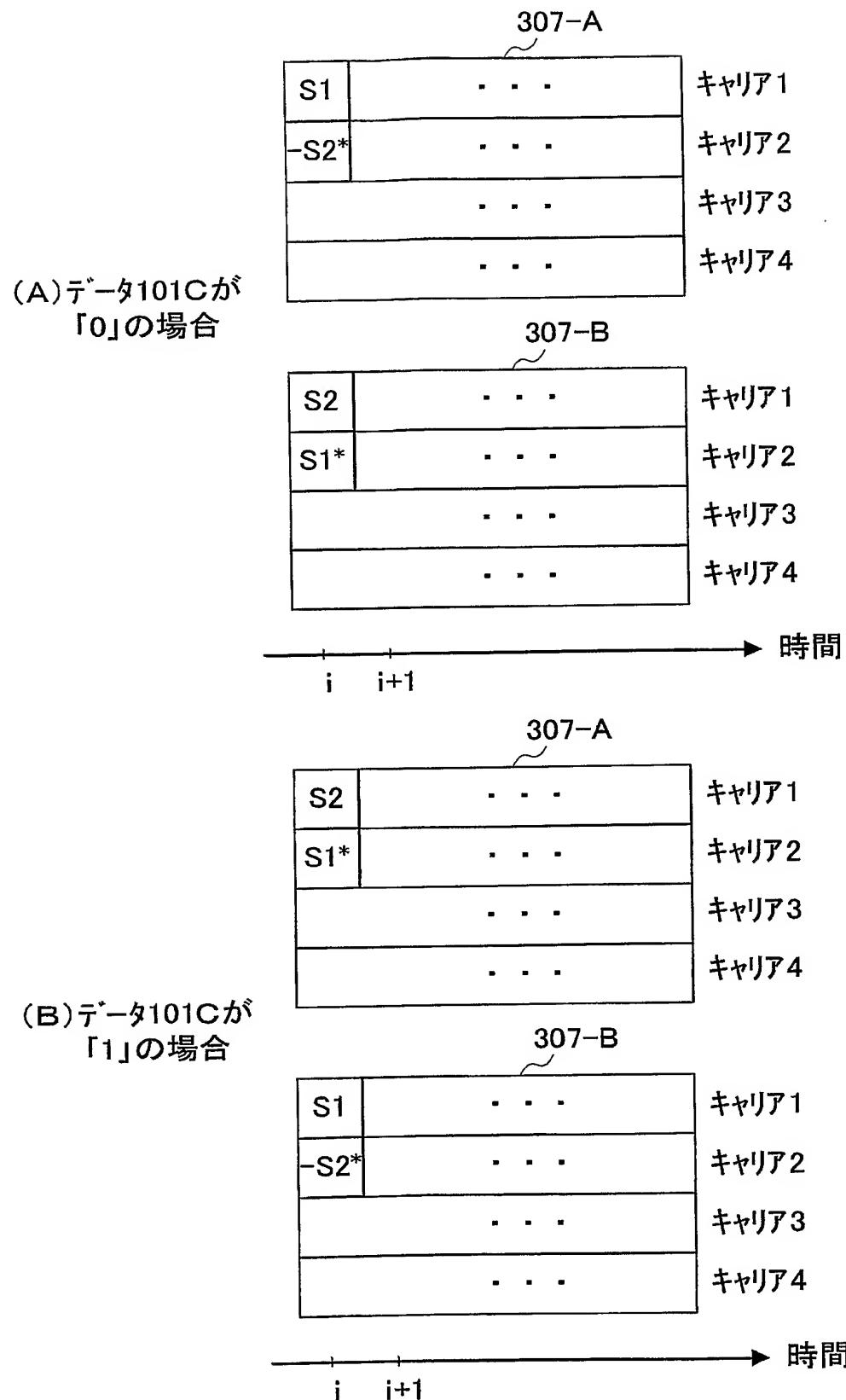
【図12】

(A) データ101Cが
「0」の場合(B) データ101Cが
「1」の場合

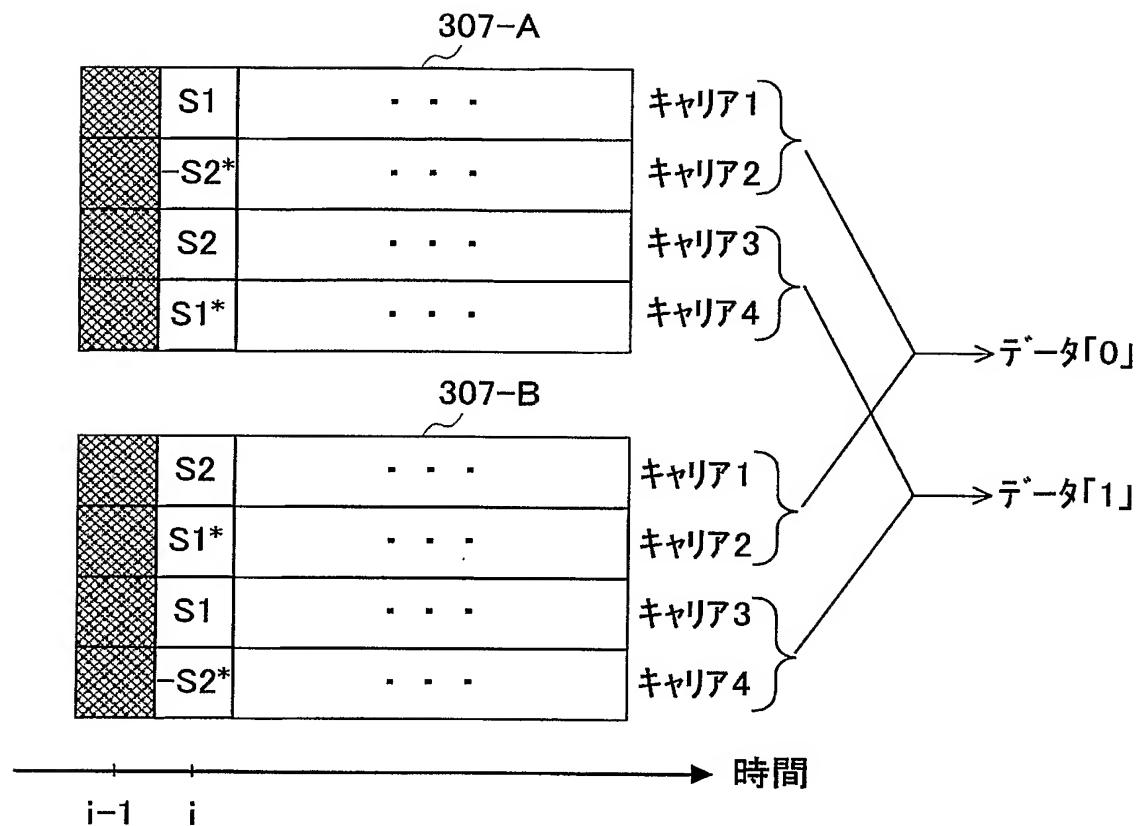
【図13】

(A) データ101Cが
「0」の場合(B) データ101Cが
「1」の場合

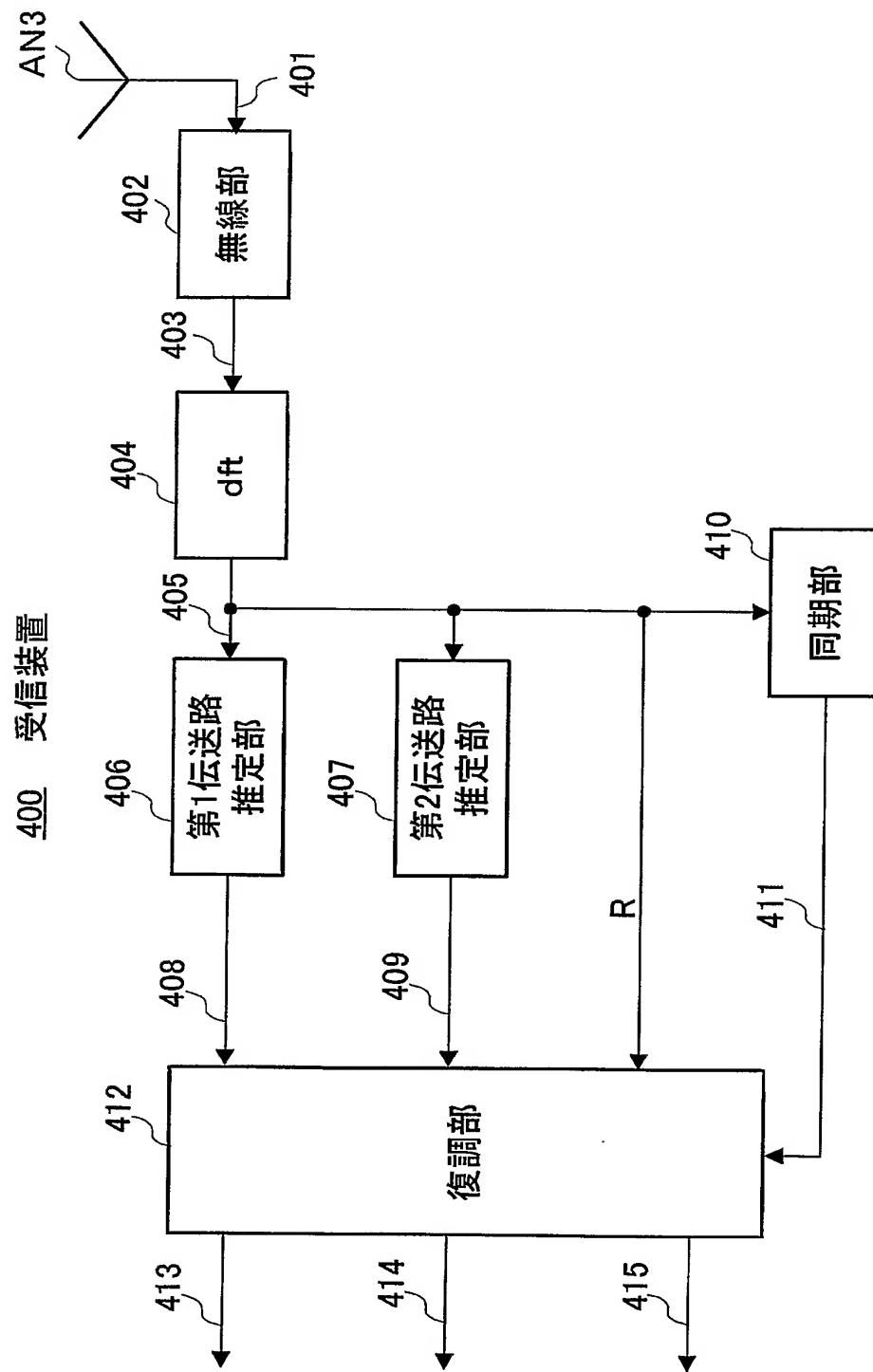
【図14】



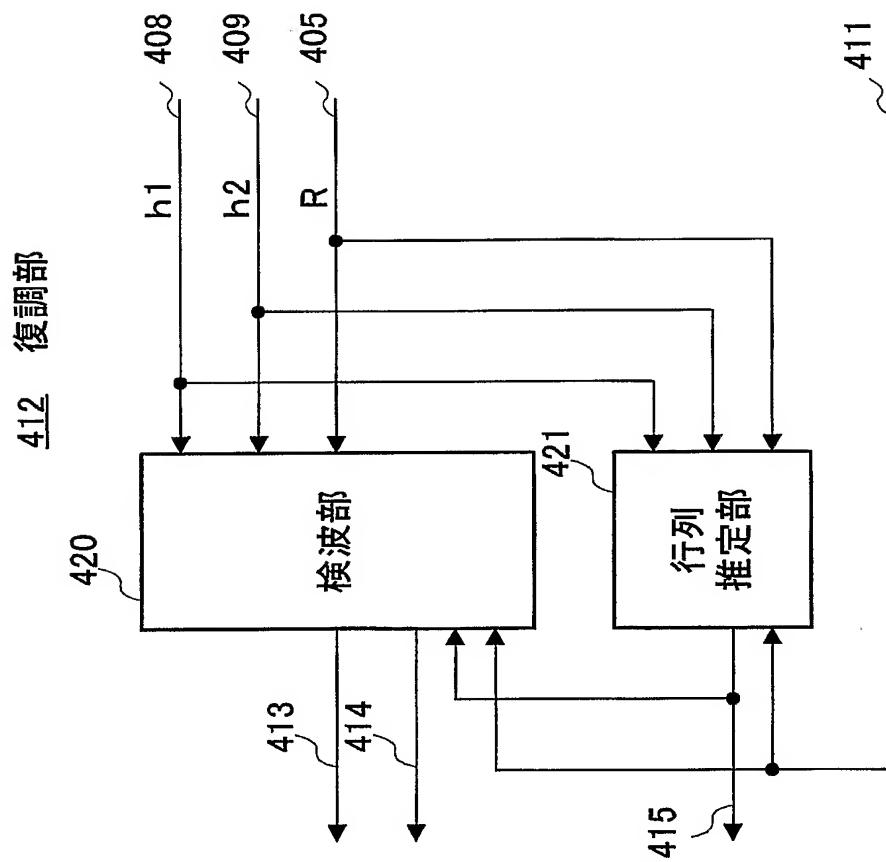
【図15】



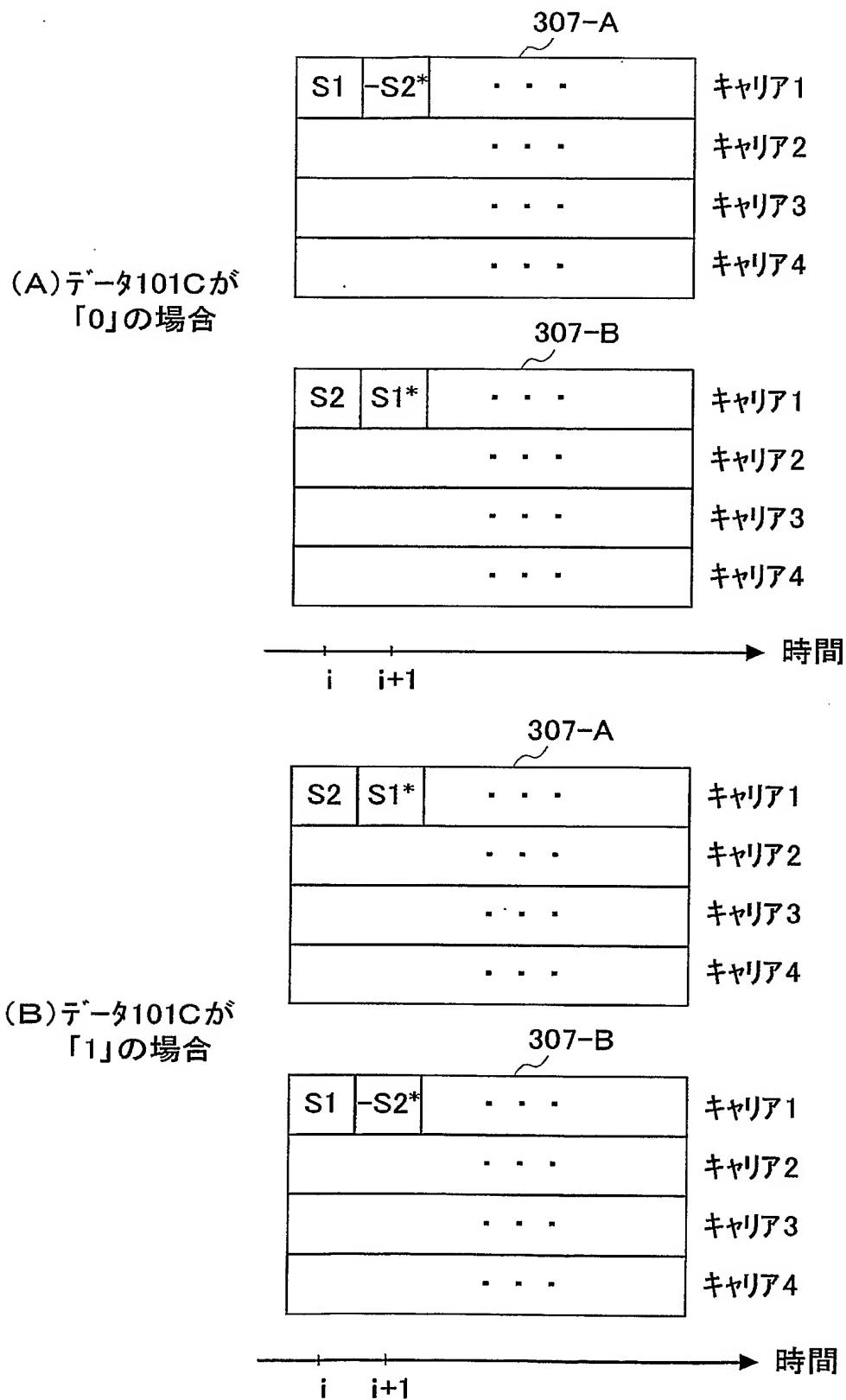
【図16】



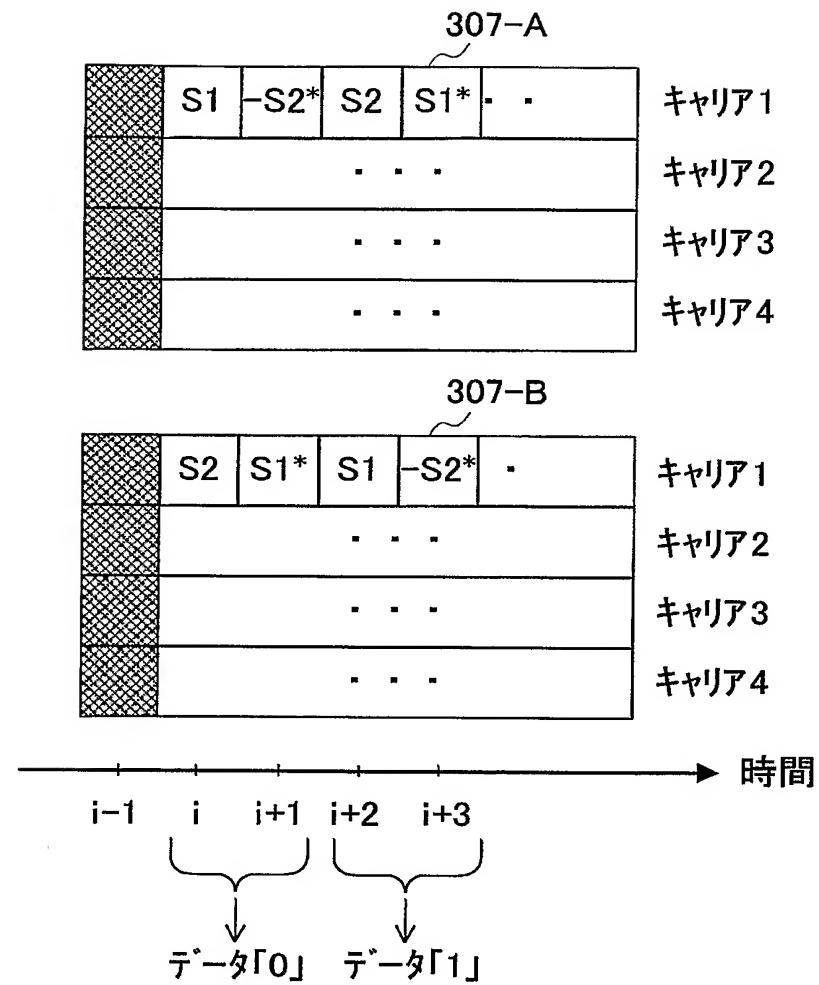
【図17】



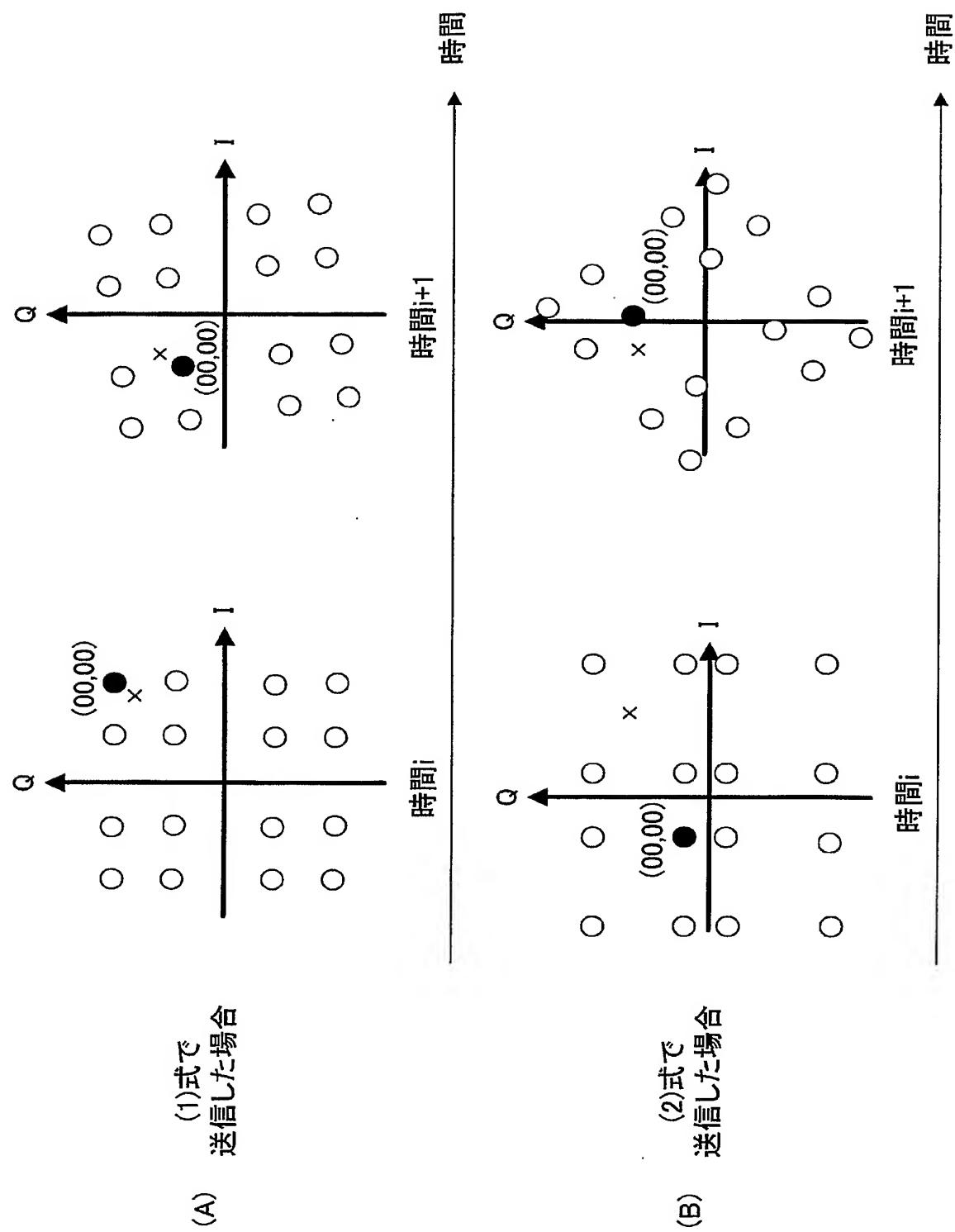
【図18】



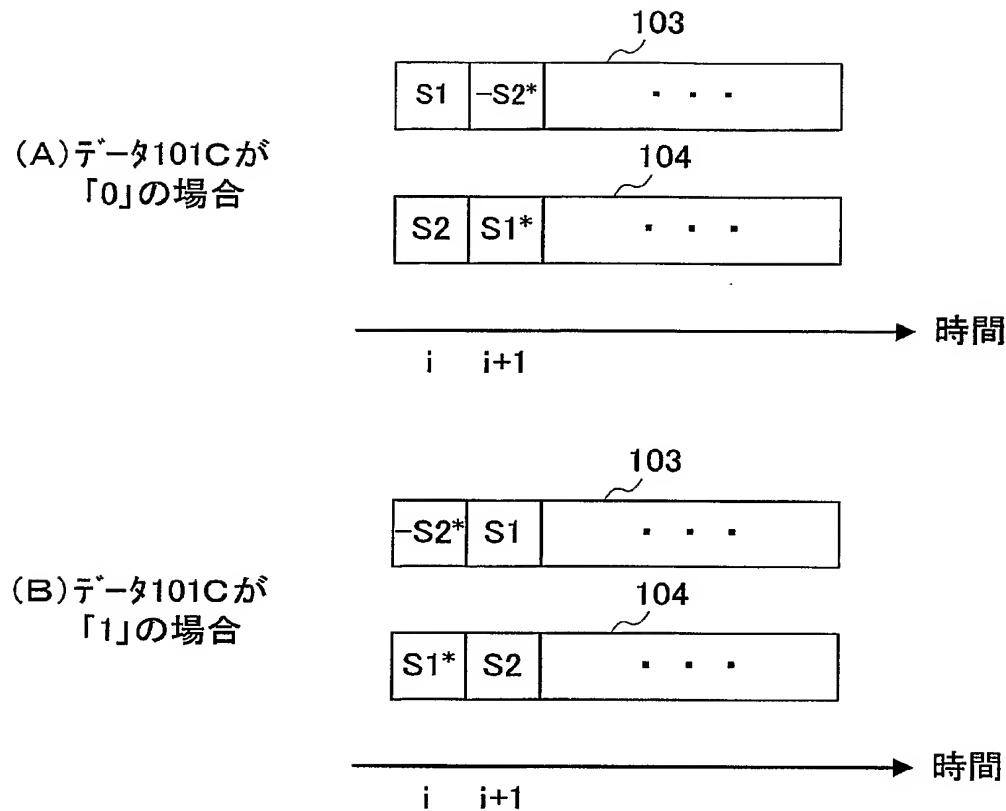
【図19】



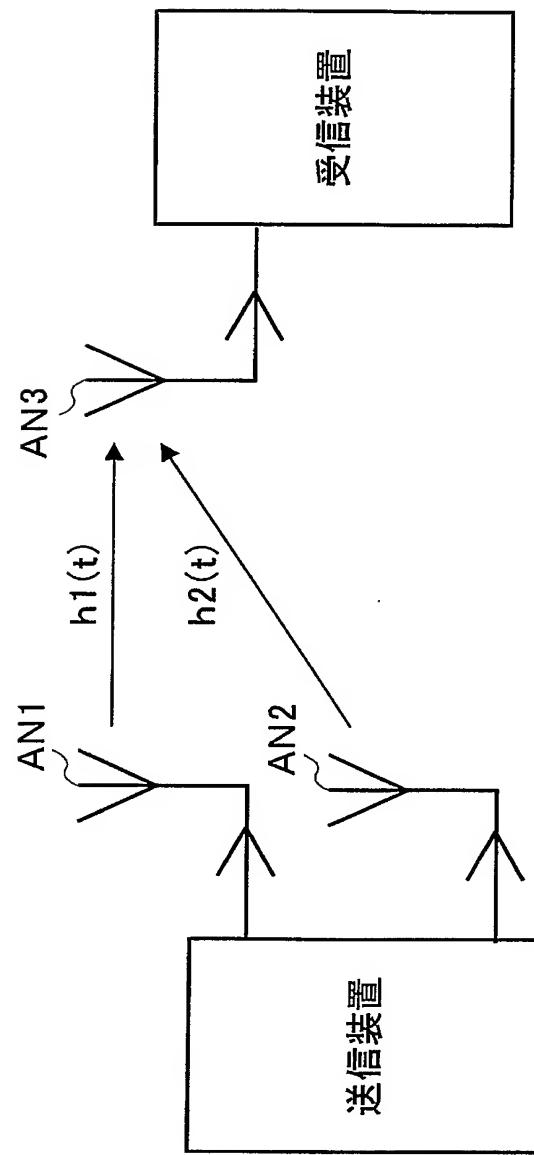
【図20】



【図21】



【図22】



【図23】

送信信号A

S1	-S2*	...
----	------	-----

送信信号B

S2	S1*	...
----	-----	-----

→ 時間
i i+1

【書類名】要約書

【要約】

【課題】 時空間ブロック符号のようにシンボルブロックを用いた伝送を行う場合のデータ伝送効率を向上させること。

【解決手段】 複数のアンテナを用いて時空間ブロック符号信号103、104を送信する際に、送信データに応じて時空間ブロック符号信号103、104のパターンを変えるようにする。これにより、時空間ブロック符号信号103、104によって得られる品質の良いデータ伝送を行うことができるといった効果に加えて、時空間ブロック符号信号103、104のパターンによってデータを伝送できるので、データ伝送効率を向上させることができるようになる。

【選択図】 図6

特願 2004-361105

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏名 松下電器産業株式会社